

A stylized illustration of a volcano in red and black. The volcano's cone is at the bottom, and a plume of smoke or ash rises from it. Within the plume, there is a red silhouette of a person in a dynamic, almost dancing pose. The background is black.

ВОСЬМАЯ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ

**«ВУЛКАНИЗМ,  
БИОСФЕРА  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПРОБЛЕМЫ»**

СБОРНИК  
МАТЕРИАЛОВ

Майкоп – Туапсе  
2016

Центр эндогенной магматической активности является палеовулканологическим выражением мантийно-корового диапира. Мантийный диапир служил главным поставщиком вулканогенного вещества из глубин Земли. С проявлением диапиризма в ареалах платобазальтового вулканизма связаны сводовые поднятия, глубокие регрессии, интенсивные денудационные явления. В зависимости от глубины эрозионного среза надочаговой зоне мантийного диапира соответствует суперкрустальный, субвулканический, гипабиссальный и абиссальный уровни.

Различным уровням глубинности соответствуют определенные типы рудопроявлений. Рудопроявления различаются и по латерали диапира благодаря латеральному различию флюидного режима. В краевой части диапира установлены редкометалльные рудопроявления (Sn, Mo, W). Центральная часть может быть перспективной на обнаружение алмазов. Следовательно, изучение докембрийского вулканизма имеет и прикладное значение. Более того, без тщательного изучения вулканизма невозможно корректно решать вопросы стратиграфии и тектоники.

#### Литература

Светов А.П., Свириденко Л.П. Центры эндогенной магматической активности и рудообразования Фенноскандинавского щита (Карельский регион). Петрозаводск, 2005. 356 с.

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ТОЛБАЧИНСКОГО МАССИВА

**ЧУРИКОВА Т.Г.<sup>1</sup>, ГОРДЕЙЧИК Б.Н.<sup>2</sup>, ИВАМОРИ Х.<sup>3</sup>, НАКАМУРА Х.<sup>3</sup>,  
ИШИЗУКА О.<sup>4</sup>, НИШИЗАВА Т.<sup>5</sup>, ХАРАГУЧИ С.<sup>3</sup>, МИЯСАКИ Т.<sup>3</sup>, ВАГЛАРОВ Б.С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, [tchurikova@mail.ru](mailto:tchurikova@mail.ru)

<sup>2</sup>Институт экспериментальной минералогии РАН, г. Черноголовка, [gordei@mail.ru](mailto:gordei@mail.ru)

<sup>3</sup>Японское агентство морских и земных наук и технологий, Йокосука сити, Япония, [hikaru@jamstec.go.jp](mailto:hikaru@jamstec.go.jp)

<sup>4</sup>Институт геологии и геоинформатики, геологическая служба Японии, Цукуба, Япония, [o-ishizuka@aist.go.jp](mailto:o-ishizuka@aist.go.jp)

<sup>5</sup>Токийский технологический институт, Токио, Япония, [nishizawa.t.ad@m.titech.ac.jp](mailto:nishizawa.t.ad@m.titech.ac.jp)

В настоящей работе приводятся данные по геологии, петрографии и геохимии вулканических пород средне-поздне-плейстоценового вулканического массива Толбачик (Центральная Камчатская депрессия – ЦКД, Ключевская группа вулканов – КГВ), а также их сравнение с породами близлежащих вулканических объектов: с горой Поворотной, основанием КГВ и с Толбачинской зоной наложенного вулканизма голоценовых и исторических извержений. Работа основана на широком спектре пород, которые представляют все вулканические комплексы массива, а именно: пьедестал, стратовулканы Острый Толбачик и Плоский Толбачик, дайковый комплекс, многочисленные шлако-лавовые конуса.

На основе выполненных макро- и микроэлементных, а также изотопных анализов составов пород было выделено две серии – средне-К и высоко-К породы [5, с. 168].

Вулканическая активность и геохимическая история Толбачинского массива начинается ранее, чем 86 тыс. лет назад (согласно К-Аг изотопному датированию) с формирования крупного вулканического пьедестала, представленного средне-К обогащенными оливином базальтами и андезибазальтами, включая так называемые авгит-афировые ассоциации [2, с. 69]. Мантийный источник этих расплавов обеднен в сравнении с источником N-MORB. Этот мантийный источник был также активен в течение первых стадий формирования стратовулканов и остается активным до сих пор, извергая на поверхность высоко-Mg базальты со сходными геохимическими характеристиками (в т.ч. высоко-Mg базальты северного прорыва извержения 1975 года).

В ходе дальнейшего роста разновозрастных стратовулканы [1, с. 45] Острый Толбачик и Плоский Толбачик формировались породами обеих вулканических серий. При этом, согласно геологическим и петрологическим данным, количество высоко-К пород увеличивалось в разрезах обоих стратовулканов со временем и наиболее поздние верхние части построек формировались высоко-К расплавами, обогащенными по щелочным элементам,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$  и всем несовместимым микроэлементам. Породы этой серии систематически обогащены по микроэлементам в сравнении с источником N-MORB. Голоценовые лавы большинства моногенных конусов также представлены породами этой серии.

Мы связываем появление высоко-К расплавов на Толбачинском массиве с изменениями геодинамических условий в этом регионе на границе позднего плейстоцена и голоцена, в результате чего образовалась трещинная рифтоподобная зона шлаковых и шлако-лавовых конусов, пересекающая массив в СВ-ЮЗ направлении. Образование трещинной зоны сопровождалось быстрым подъемом глубинных расплавов в результате внутри-дугового растяжения и их дегазацией.

В голоценовое время высоко-К породы абсолютно доминировали. Тем не менее некоторые шлако-лавовые конуса извергали средне-К высоко-Mg породы и в историческое время (например, северный прорыв БТТИ 1975 г.), а значит, магмы обеих вулканических серий существуют и в настоящее время.

Компьютерное моделирование фракционной кристаллизации по программе COMAGMAT 3.57 [4, с. 115] показало, что составы обеих вулканических серий могут быть получены при различающемся содержании воды и близких прочих условиях (в том числе при близких давлениях) из одного или нескольких похожих мантийных расплавов, аналогичных по составу к высоко-Mg базальту северного прорыва извержения 1975 года. Согласно нашим расчетам, средне-К породы кристаллизовались из водонасыщенного расплава с содержанием воды более, чем 2% в то время, как высоко-К лавы кристаллизовались в практически сухих условиях. Эволюция высоко-Mg родоначальных магм в сухих условиях с обильным фракционированием плагиоклаза, моделируемая программой COMAGMAT, описывает все высоко-К пород массива Толбачик от трахибазальтов до трахиандезибазальтов, в том числе различные лавы обеих прорывов извержения 2012-2013 гг.

Тем не менее, несмотря на то, что мы показали на уровне макроэлементов принципиальную возможность для обеих вулканических серий формироваться из одинаковых родительских расплавов процессом фракционной кристаллизации при разных Р-Т условиях, распределение микроэлементов свидетельствует о существовании двух близких по макроэлементному составу источников, нор-

мального (средне-К) и обогащенного по всем несовместимым микроэлементам (высоко-К).

Наши данные показывают, что фракционная кристаллизация при различных  $P$ - $T$ - $H_2O$ - $fO_2$  условиях может быть одним из основных процессов, ответственных за разнообразие пород в пределах КГВ. Для Толбачинского вулканического массива условия кристаллизации расплавов изменились в результате дегазации от водонасыщенных для пород средне-К серии до безводных для пород высоко-К серии, так что кристаллизация расплавов при различной водонасыщенности является одним из важнейших процессов, ответственных за разнообразие составов лав Толбачинского массива. Эти данные подтверждаются и детальными минералогическими исследованиями пород обеих серий [3, с. 7].

Изотопные данные по Sr-Nd систематикам указывают на 2-4% коровой ассимиляции вещества стенок магматического очага в течение формирования пьедестала массива и обоих стратовулканов. В то же время в период голоценовых извержений в наложенной зоне шлаковых и шлако-лавовых конусов коровая ассимиляция отсутствует, что может свидетельствовать о больших скоростях подъема расплавов к поверхности. Условия кристаллизации магмы в очаге в период до извержения вулкана может быть основным фактором, контролирующим процесс коровой ассимиляции.

Подъем более глубоких и обогащенных слоев мантии в результате растяжения коры в районе КГВ привел к повышению несовместимых элементов в расплавах и к формированию высоко-К серии пород в голоценовый период истории массива. Таким образом все вариации по микроэлементам в Толбачинском вулканическом массиве могут быть объяснены единым, но в разной степени обедненным/обогащенным мантийным источником.

Породы горы Поворотной близки по петрографии, петрологии и геохимии лавам пьедестала Толбачинского вулканического массива. Геохимические данные вместе с методами К-Аг датирования свидетельствуют о том, что гора Поворотная, расположенная в 8 км СВ от вершины вулкана Плоский Толбачик, является наиболее старым блоком пьедестала Толбачинского массива и, на сегодня, наиболее старым объектом (306 тыс. лет назад) Ключевской группы вулканов [6, с. 6].

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 13-05-92104 ЯФ и 16-55-12040 ННIO\_a.*

#### Литература

- [1] Ермаков В.А., Важеевская А.А. (1973) Бюл. вулканол. ст. (49): 43–53.
- [2] Пийп Б.И. (1954) Бюл. вулканол. ст. (20): 69–71.
- [3] Флеров Г.Б. и др. (2015) Вулканол. и сейсмол. (3): 15–35.
- [4] Ariskin A.A. (1999) J. Volcanol. Geoth. Res., 90: 115–162.
- [5] Churikova T.G. et al. (2015) J. Volcanol. Geoth. Res., 307: 156–181.
- [6] Churikova T.G. et al. (2015) J. Volcanol. Geoth. Res., 307: 3–21.